



MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CADENA, SANTA MARIA – RS.

Oliveira, Edson Luis de Almeida - Mestrando UFRGS
Robaina, Luis Eduardo de Souza - Prof. Dr. UFSM/UFRGS

Endereço: LAGEOLAM, Av. Roraima, Prédio 17, Sala 1113C, UFSM, Camobi. CEP:
97.105-900.

E-mail: lesro@hanoi.base.ufsm.br - edsongeog@yahoo.com.br

Palavras-chave: Áreas de Risco, Geomorfologia, Dinâmica Superficial.

Eixo: Geomorfologia em Áreas Urbanas

Introdução

A crescente demanda por áreas para fins urbanos, vem provocando o crescimento das cidades, na maioria das vezes com uma forma de planejamento que não contempla a cidade como um todo, apenas fragmentos desta, e em muitos casos em locais não apropriados para este fim.

Sendo um processo acelerado, principalmente nos países periféricos, vem provocando algumas conseqüências, entre elas, uma que merece grande destaque: a segregação urbana, responsável pela construção de paisagens diferenciadas segundo os padrões sociais e fluxos produtivos.

Surgem assim os condomínios residenciais, bairros populares, favelas e cortiços, zonas comerciais e de escritórios, áreas industriais, áreas de comércio especializado, zonas de tráfico, guetos, e um de seus aspectos mais negativo, a instalação de áreas de risco, tanto nas grandes cidades, onde este processo é mais evidente, mas sua ocorrência não se restringe as metrópoles, também ocorrem nas cidades pequenas e médias, onde o processo global de realização do capital também se materializa, embora com intensidade diferente.

Estas áreas, geralmente são ocupadas pela classe social mais empobrecida, pondo em risco suas poucas propriedades e inclusive a vida dos que ali se estabelecem.

Na cidade de Santa Maria, como em várias outras cidades brasileiras, a má distribuição de renda, e por conseqüência a concentração fundiária urbana, levou a um processo de segregação sócio-espacial que originou vários loteamentos estabelecidos em áreas geomorfológicamente impróprias, muitas destas inseridas dentro da Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, que drena a maior parte da área urbana.

Como geralmente aquelas áreas onde a susceptibilidade natural é maior em desenvolver áreas de risco, face ao processo de urbanização desigual, pois são postas em segundo plano pelo mercado imobiliário urbano, atraindo parcela da população que não dispõem de recursos para adquirir um pedaço de solo na chamada cidade legal.

Sendo assim, o conhecimento detalhado e o mapeamento das áreas de risco na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena é essencial para qualquer atividade de planejamento urbano que realmente tenha por objetivo uma democratização dos “espaços” da cidade e que procure melhorar a qualidade de vida dos que nela habitam.

Este trabalho consistiu em identificar, setorizar, hierarquizar e mapear as áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena que drena parte da cidade



de Santa Maria/RS, servindo como instrumento de interesse público para fins de planejamento.

1. Procedimentos Metodológicos

Como neste trabalho o objetivo central foi o de identificar e mapear as áreas de risco geomorfológico para a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, em Santa Maria/RS, com a finalidade de realizar o zoneamento, setorização e a hierarquização de risco, houve a necessidade de preestabelecer etapas para um melhor desenvolvimento da pesquisa.

Foi realizado o levantamento de informações sobre as características do ambiente natural em âmbito regional (geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia); do meio socioeconômico (uso e ocupação do solo, população, economia, aspectos socioculturais e jurídico – institucionais, históricos). Realizou-se também um levantamento junto aos arquivos do jornal A Razão, no período de 1980 há 2000, com a finalidade de registrar os eventos/acidentes ocorridos na Bacia do Arroio Cadena neste intervalo de tempo, objetivando estabelecer as áreas de risco existentes, que posteriormente foram objeto dos trabalhos de campo específicos.

O material cartográfico utilizado consiste da carta topográfica de Santa Maria – SE em escala de 1: 25.000; a Carta Geotécnica de Santa Maria/ Se, escala de 1:25.000, produzida por Maciel Filho(1990); e Aerofotos em escala de 1:15.000 de 1992; Mapa da cidade de Santa Maria (1:10.000) e Mapa do Arroio Cadena, elaborado por Moraes(1997), em escala de 1:10.000. Assim como mapa turístico da cidade de Santa Maria (1: 25.000), produzido por Guimapa (2002).

Concomitante com a análise dos dados coletados estabeleceu-se os critérios utilizados para hierarquizar as áreas de risco.

As áreas susceptíveis à risco geomorfológico foram definidas levando-se em consideração: a) Susceptibilidade natural de ocorrência de eventos em áreas ocupadas; b) Padrão Urbano da área e: c) Ocorrência de eventos (informações do jornal A Razão (1980-2000) e o relato de moradores).

Critérios para estabelecer as Áreas de Risco

Para estabelecer as áreas de risco geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, foram realizados cruzamentos entre as variáveis ambientais que interferem na susceptibilidade de ocorrência de processos de dinâmica superficial em áreas ocupadas:

Susceptibilidade Natural

Para estabelecer as áreas naturalmente susceptíveis a risco, foram consideradas a rede de drenagem, o substrato geológico, a declividade.

Sendo assim são consideradas susceptíveis as áreas ocupadas que:

- Tenham declividade inferior a 2% e se localizem nas margens dos cursos fluviais, que por serem áreas muito planas são susceptíveis a processos de inundações/alagamentos;
- Apresentam declividades superiores a 12%, onde os processos erosivos da vertente são mais acentuados, com necessidade de corte para a ocupação, sendo, portanto sujeitas a processos de movimento de massa;



- Depósitos fluviais juntos as drenagens, determinados como geotécnicamente instáveis (Maciel Filho, 1990);

Além da observância das seguintes condições:

- Áreas com proximidade inferior à 30 metros dos cursos fluviais, que por serem próximas ao leito são susceptíveis aos processos de inundação e solapamento das margens. A Lei Federal 6.766/79 estabelece as áreas junto aos canais como sendo "non aedificandi" e também conforme o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771/65, art. 2º que institui as áreas de preservação permanente as matas ciliares naturais numa faixa marginal mínima de 30m, em cursos d'água com menos de 10m de largura;
- Áreas onde foram evidenciados processos de dinâmica superficial em estágio intensificado pelas atividades antrópicas;
- Tenham como substrato depósitos coluvionares, depósitos de tálus e sedimentos inconsolidados das várzeas junto às drenagens.

Padrão urbano da área

Na definição do Padrão Urbano foram consideradas as características construtivas/estruturais das moradias (padrão construtivo alto/médio/baixo), as condições de infra-estrutura básica oferecidas à população residente na área (rede pluvial, canalização do esgoto cloacal e pluvial, obras de contenção e rede viária), bem como o adensamento populacional e a forma de ocupação do espaço (ordenada/desordenada).

A partir destes levantamentos pode-se estabelecer o padrão urbano dividindo-se em Alto, Médio e Baixo Padrão Urbano. Para a hierarquização foram atribuídos valores de 0 e 1 para os parâmetros considerados de acordo com sua ocorrência, como pode ser observado na Tabela 01:

Tabela 01 – Parâmetros utilizados para a definição do Padrão Urbano:

Variável	Característica	Valor
Malha Viária	Pavimentada	1
	Não Pavimentada	0
Esgoto	Canalizado	1
	Direto no Ambiente	0
Rede Pluvial	Apresenta	1
	Não Apresenta	0
Padrão Construtivo	Alto/Médio	1
	Baixo	0
Ocupação	Organizada	1
	Desordenada	0
Obras de Contenção	Apresenta	1
	Não Apresenta	0

A caracterização da área segundo essas unidades possibilitou a divisão do espaço baseado na soma dos valores atribuídos às características que apresentam:

Alto Padrão: Constituí as áreas que tenham apresentado valor máximo (6) na soma total dos atributos;

Médio Padrão: Constituí as áreas que tenham apresentado soma igual a 3, 4 e 5;

Baixo Padrão: Áreas que tenham apresentado soma igual a 0, 1 e 2.



Grau de Risco Geomorfológico

O grau de risco é o produto do cruzamento entre a susceptibilidade natural, o padrão urbano (vulnerabilidade) e a ocorrência de algum evento/acidente na área.

Para estabelecermos a quantificação em relação a probabilidade de ocorrência de um acidente utilizou-se o conceito de probabilidade subjetiva utilizado por Carvalho & Hachich *apud* Parizzi, M. G (2002) no qual a probabilidade é considerada uma medida do estado de conhecimento do indivíduo a respeito de um particular fenômeno, ao invés de uma característica que só pode ser avaliada através de um número suficientemente grande de observações do fenômeno. A Tabela 02 exemplifica o cruzamento das variáveis consideradas.

Tabela 02: Cruzamento das variáveis e respectivos graus de risco

Padrão Urbano	Alto	Médio	Baixo
Susceptibilidade Natural	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto
Ocorrência de Eventos/acidentes	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Iminente

Desta forma foi possível estabelecer 4 graus para as áreas de risco, identificados por números romanos e representado cartograficamente por cores.

Risco IV - cinza

Quando a área ocupada com Alto Padrão apresenta susceptibilidade natural e não tem registro de ocorrência de eventos, constitui-se numa área de grau IV, considerada de baixo risco;

Risco III - amarelo

Ocorre quando a área apresenta-se com susceptibilidade natural e está ocupada com moradias de Médio Padrão Urbano sem ocorrência de eventos ou se a área susceptível estiver ocupada por moradias de Alto Padrão Urbano com registro de ocorrências. Constituem áreas de risco moderado de grau III.

Risco II - laranja

Quando a área susceptível apresentar predomínio de ocupação de Médio Padrão Urbano com registro de eventos ou de baixo padrão sem registro de evento, constitui-se em áreas de alto risco de grau II.

Risco I - vermelho

Quando a área ocupada com moradias de Baixo Padrão Urbano apresentar susceptibilidade natural e ocorrência de eventos são consideradas de risco iminente, recebendo o grau I, onde a intervenção deve ser de curto prazo.

Assim foi possível realizar as generalizações possíveis, pois de acordo com Ross (2001) é nesse nível da pesquisa que os dados puros deixam de existir simplesmente como informação factual, e sim assumem um caráter interpretativo

Desta forma foi possível elaborar o Mapa de áreas de Risco Geomorfológico para a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena. Figura 1. (Anexo).

3. Desenvolvimento



3.1 Caracterização Geral de Santa Maria

O Município de Santa Maria situa-se na região central do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 53°30'44" e 54°19'32", longitude oeste e 29°20'28" e 30°00'16", latitude sul; compreendendo uma área total de 3230 km², distante aproximadamente 300 km da capital Porto Alegre.

Com uma economia voltada para a prestação de serviços, destacando-se o setor médico - hospitalar e o educacional, o município possui uma população total de 243.392 habitantes, sendo que 94,68% residem na área urbana (IBGE, 2001).

Quanto aos aspectos do ambiente natural apresenta as seguintes províncias geológico/geomorfológicas: Planalto, ao norte, constituindo as áreas de maiores altitudes e representadas por rochas vulcânicas, originadas dos derrames sucessivos de lavas, ocorrido durante a separação do grande continente da Gondwana.

Rebordo do Planalto, apresentando desníveis acentuados, formado por rochas vulcânicas e sedimentares, predominantemente arenitos; a Depressão Periférica, apresenta terrenos de origem sedimentar, desde lamitos a arenitos, que representam ciclos deposicionais em ambientes continentais com variações definidas pelas diferentes fácies nas seqüências de mesma idade e por trocas climáticas nas seqüências de idades diferentes, com feições morfológicas do tipo colinas levemente onduladas com declividades que raramente ultrapassam 10%.

Planícies e terraços fluviais recentes são encontrados nas bacias dos Arroios que compõem a rede de drenagem do município, tributários da Bacia do Rio Vacacaí, Vacacaí-mirim e Ibicuí, dentre eles destaca-se a Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena.

O clima de Santa Maria, segundo Barros Sartori (1979), apresenta temperaturas médias anuais em entorno dos 22°C, onde as temperaturas máximas e mínimas absolutas oscilam, no verão, superiores a 30°C e as menores, no inverno, ficam inferiores a 5°C e, são comuns as geadas no período de junho a agosto. As temperaturas médias mínimas e máximas, tem valores como 13°C no inverno e 25°C no verão, sendo uma tendência habitual do ritmo climático da região.

A pluviosidade local, de acordo com Barros Sartori (op. cit), é influenciada pelo relevo, (Rebordo do Planalto Sul-Brasileiro), provocando o efeito orográfico direto sobre a cidade, que se traduz muitas vezes, na precipitação forçada pelo contato das Frentes com as áreas elevadas do Planalto.

Santa Maria é seguidamente invadido por Frentes Polares que, chegam com freqüência de uma invasão por semana. Elas ocorrem principalmente, por ocasião do inverno, as quais são responsáveis pela queda da temperatura.

Quanto a uso e ocupação a cidade de Santa Maria teve seu núcleo inicial acentado sobre as colinas da Depressão Periférica, atualmente a dinâmica urbana vem incorporando áreas planas correspondentes às planícies aluviais do Arroio Cadena, que drena grande parte da área urbana, e Arroio Vacacaí – Mirim, ambos tributários da Bacia do Jacuí. E destaca-se o avanço da ocupação em direção ao Rebordo do Planalto, área imprópria para o estabelecimento de moradias em função da elevada energia do relevo.

4. Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena

As áreas de risco hoje representam um grave problema ambiental que muitas cidades brasileiras tem o dilema de enfrentar. Resultado de uma complexa interligação entre as propriedades naturais e as intervenções da sociedade, manifestam-se com maior



intensidade nos grandes aglomerados urbanos modernos, mas não sendo privilégio exclusivo destes, pois também ocorre o estabelecimento de áreas de risco nas pequenas e médias cidades.

Essas áreas que são condicionadas pelas características ambientais, como relevo de planícies, que formam as áreas mais planas, onde as propriedades geotécnicas dos materiais são as de menor adequabilidade para uso urbano, ou relevo íngreme, onde a declividade do terreno constitui-se em um agravante para a edificação de moradias.

O ideal seria que essas áreas fossem destinadas para outros usos (estas são protegidas por lei), devido a sua fragilidade natural, e por serem áreas susceptíveis, quando ocupadas, a desenvolverem circunstâncias de risco.

As áreas de risco identificadas na Bacia do Arroio Cadena estão associadas a dinâmica das vertentes, tanto no que se refere a erosão, como também aos movimentos de massa, este em menor proporção. Os riscos associados a dinâmica fluvial são os que predominam e foram identificados tanto nos trabalhos de gabinete como nos trabalhos de campo realizados sobre os canais de drenagem inseridos na área urbana, conforme Figura 1.

4.1 Áreas de risco associadas a Dinâmica das Vertentes

Os processos geomorfológicos vinculados à dinâmica das vertentes aqui analisados e que se manifestam na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, são a erosão e os movimentos de massa.

A erosão em áreas urbana hoje representa um desafio para a sociedade de forma geral, pois as perdas econômicas avultam-se com o incremento da intervenção no ambiente natural sem o devido conhecimento de seus processos.

Na Bacia do Arroio Cadena, as áreas de risco associadas aos processos erosivos podem ser desencadeados com maior facilidade sobre as formações sedimentares Caturrita e Santa Maria, que dão sustentação à ampla colina junto ao rebordo que foi o núcleo inicial da construção do espaço urbano de Santa Maria, no fim do século XVIII, além de comporem o substrato geológico de grande parte da Bacia.

A análise da Figura 1 nos permite evidenciar que as áreas de risco de menor grau ou baixo risco estão diretamente associadas com a estruturação do espaço urbano na Bacia do Arroio Cadena.

Justamente onde encontramos o melhor padrão urbano, pois desde a origem do povoamento europeu iniciado em meados do ano de 1797, quando da instalação do Acampamento militar sobre a colina onde estão localizadas algumas de seus principais afluentes (Arroio Cancela, Sanga da Aldeia, Rosário e Itaimbé) estes em função do alto grau de intervenção antrópica, hoje apresentam seus canais de drenagem com intensas modificações.

O agravamento dos problemas erosivos está relacionado com a infraestrutura precária verificada nas áreas periféricas, onde a ocupação acontece de forma espontânea, com inexistência de projetos de parcelamento do solo.

A erosão subterrânea, também é significativa e acontece no contato de camadas com diferentes permeabilidades que provocam significativos gradientes hidráulicos. Ocorrendo voçorocas e ravinas em avanço para montante e seguindo alguns canais ao longo da vertente, entretanto não existem registros de acidentes. Em função do baixo padrão urbano e da alta susceptibilidade natural, condiciona essas áreas como sendo alto risco.



Ao norte e nordeste da Bacia do Arroio Cadena, respectivamente nas microbacias da Chácara das Flores e Itararé, ocorrem os riscos mais elevados em relação à dinâmica das vertentes. Nestas microbacias a conjugação entre susceptibilidade natural, representada pelo substrato rochoso, com depósitos coluvionares recobrimo o contato entre as formações Caturrita e Botucatu, na média encosta. Além disso a declividade do terreno é superior a 12%, e nessas áreas temos o estabelecimento da população de baixa renda e que não dispõem de uma adequada infraestrutura urbana, apresentando um padrão urbano muito baixo.

Na vertente sudoeste do morro Cechela, este um divisor de águas entre a Bacia do Arroio Cadena e o Arroio Vacacaí-Mirim, esta localizada a Vila Bela Vista, estando em declividades superiores a 12% e sobre material coluvionar no contato entre o Arenito Botucatu e os derrames vulcânicos da Formação Serra Geral, e parte da vila esta localizada sobre rejeitos de uma pedreira desativada, foi considerada de risco iminente.

No extremo norte da Bacia, onde hoje está edificada a Vila Santa Terezinha encontramos risco iminente com relação aos movimentos de massa, em função desta localidade estar sobre um terreno com forte declividade, e já ter havido registros de eventos/acidentes, conjugado com o baixo padrão urbano encontrado.

A análise conjunta das áreas de risco por dinâmica das vertentes evidencia que a erosão é a principal ameaça, sendo que sobre as formações sedimentares Santa Maria e Caturrita, estas altamente susceptíveis a desenvolverem tal processo é onde encontramos o melhor padrão urbano, que em função da melhor infra-estrutura da área, alida a capacidade econômica de seus habitantes, hoje apresentam baixo risco aos processos erosivos de vertente.

Já os movimentos de massa são processos evidenciados com menor amplitude dentro da Bacia, muito em função das áreas com maior declividade hoje ainda não se constituírem em áreas densamente ocupadas, mas que em face de dinâmica urbana tendem a aumentar.

Atualmente alguns vetores de crescimento já são possíveis de serem observados, no morro Cechela localizado a nordeste na microbacia, tanto na vertente deste voltada para a Bacia do Arroio Cadena, como na que drena águas da Bacia do Arroio Vacacaí-Mirim.

4.2 Áreas de Risco associadas à dinâmica fluvial

Várias são as áreas inseridas dentro da Bacia do Arroio Cadena que são afetadas pela dinâmica fluvial e hoje são consideradas áreas de risco.

Na confluência dos canais formadores da Bacia do Arroio Cadena com o curso principal deste, são comuns os eventos que causam inundações/alagamentos, atingindo as residências aí localizadas, estas por apresentarem um baixo padrão urbano, e estando localizadas em área susceptível onde já foram registrados eventos/acidentes, fazem com que estas áreas possuam risco iminente face aos processos da dinâmica fluvial, notadamente as inundações/alagamentos.

No trecho que o Arroio Cadena percorre o sentido leste-oeste, e que foi o local que ao longo da história de Santa Maria vêm recebendo constantes modificações nas características do canal, e onde as águas pluviais contribuintes percorrem a grande mancha urbana que recobre a vertente norte da colina onde está o centro da cidade de Santa Maria, portanto possui um alto grau de impermeabilização do solo, vem a provocar uma forte concentração de água que chega ao canal principal em um curto intervalo de tempo.



Este fato é elucidativo, pois é neste trecho onde encontramos o maior número de eventos/acidentes registrados associados à dinâmica fluvial, atingindo o Bairro Salgado Filho, vilas Kenedy, Carolina e Brenner.

Além de estarem localizadas sobre depósitos fluviais, onde a declividade é inferior a 2% temos aí o predomínio do baixo padrão urbano com grande densidade habitacional, as ruas e travessas destas localidades na maioria das vezes terminam junto ao canal principal do Arroio Cadena.

Neste setor da Bacia foi considerado como sendo de risco iminente junto ao canal pela alta susceptibilidade natural associada a uma grande vulnerabilidade do sistema social, representando pela população de baixa renda que durante a evolução do espaço urbano ficou condicionada a habitar estes locais.

E quando é mencionado o fato que leva a ocupação destas áreas é a falta de planejamento, estamos cometendo um grave equívoco, pois como foi evidenciado está ocupação já tem cerca de dez anos, podemos perceber que o planejamento existe, só não é posto a serviço da população pobre.

Como afirma Lefebvre *apud* Gottdiener (1993) o planejamento pode ser considerado uma máscara ideológica que seduz a classe trabalhadora a creditar que a intervenção no meio ambiente promove de fato a representação de seus interesses na sociedade.

Ao longo do tempo o canal principal do Arroio Cadena teve sua capacidade erosiva acrescida consideravelmente, hoje pondo em risco as habitações aos processos de solapamento das margens. Este aumento nos processos fluviais ocorreu em decorrência das obras realizadas no Arroio Cadena, iniciadas nos anos de 1968/69 e complementadas nas décadas de 80 e 90 e certamente pelo aumento da área impermeabilizada na Bacia.

Se por um lado as intervenções realizadas no sentido de retificar o canal durante a década de 80, que consistiu na mudança do percurso do arroio, jogando-o mais para oeste, além do aprofundamento e alargamento das margens, tendo por objetivo acabar com as inundações nas áreas com maiores problemas como Bairro Salgado Filho, Vila Brenner, Carolina e Kennedy, este objetivo foi parcialmente alcançado, conforme evidências colhidas nos arquivos do jornal A Razão, pois os eventos/acidentes relacionados com os lugares acima citados diminuíram sensivelmente durante a década de 90.

Em compensação, como nenhuma medida foi tomada no sentido de preservar a área modificada para que esta não virasse área urbana, gradualmente a população foi edificando suas moradias sobre o antigo canal e áreas adjacentes, hoje os problemas erosivos das margens, as inundações/alagamentos ocorrem com maior intensidade atingindo as Vilas Oliveira, Lídia, Renascença, Arco-Íris, como confirmam os arquivos pesquisados, na década de 90, estas são as áreas mais afetadas dentro da Bacia do Arroio Cadena.

A Vila Oliveira, localizada junto ao canal principal do Arroio Cadena, em sua margem esquerda, hoje é palco de eventos/acidentes associados aos alagamentos, em função da modificação que sofreu o Arroio Cadena, constituindo-se em uma área de risco iminente tanto em relação ao risco de solapamento das margens, sendo que nos trabalhos de campo encontrou-se 20 casas construídas na margem esquerda do Arroio Cadena que faz o limite oeste da Vila, sendo que destas seis apresentam risco iminente aos processos de solapamento.

Como a vila expandiu-se até ocupar a nova margem do arroio, o terreno extremamente plano, pois correspondia a área que antigamente era ocupada pelo antigo



canal, sendo uma área com baixa capacidade de drenagem em episódios de chuva de curta duração já é possível evidenciar o acúmulo de água, o que evidencia a baixa capacidade de drenagem do terreno, lençol freático com baixa profundidade e a incapacidade de escoamentos das águas pluviais, pondo em risco iminente aos alagamentos diretamente 100 residências na Vila Oliveira.

O que caracteriza esta vila como sendo de risco iminente é o fato que aliada à susceptibilidade natural desta, aí predomina um baixo padrão urbano, representada pela ausência de infra-estrutura adequada e o padrão construtivo, muito baixo, principalmente nas moradias que margeiam o canal.

Na Vila Lídia localizada as margens do Arroio Cadena foram registradas 32 moradias junto à margem erosiva neste ponto, além de apresentar um baixo padrão construtivo, tanto em relação ao material utilizado na construção das casas, a ausência completa da vegetação ciliar e o grande acúmulo de lixo, estabelece esta área como sendo de risco iminente.

A leste da Vila Lídia, no bairro patronato, segundo Pinheiro (2002), surgiu em 1989 a Vila Arco-íris, em uma área que seria destinada a construção de setecentas unidades habitacionais, porém foram construídas apenas 200, quando já havia mais de mil famílias cadastradas. Atualmente esta vila é palco de episódios de alagamentos.

Estas vilas apresentam-se como áreas de risco iminente em face aos processos geomorfológicos em avançado estágio de desenvolvimento, pois além de estarem localizadas em áreas naturalmente susceptíveis, declividade inferior a 2% e planície aluvial, formada por sedimentos arenosos inconsolidados, o padrão urbano é baixo e, sobretudo nestas localidades já houve registros de eventos/acidentes vinculados a dinâmica superficial.

Em direção a jusante, mas agora na margem direita do Arroio Cadena, encontramos uma outra localidade palco de eventos/acidentes associados à dinâmica fluvial, a Vila Renascença.fig.

Esta vila de acordo com Pinheiro (2002) foi originada de um reassentamento que teve início em 1976, quando a Prefeitura Municipal desapropriou uma área para a construção de uma escola municipal e um núcleo habitacional. Sendo que nos anos 90, iniciou a ocupação nas margens do Arroio Cadena.

Esta vila é palco de constantes episódios de inundações/alagamentos, estes associados à baixa capacidade de drenagem dos depósitos aluviais que formam a margem do arroio, além destas circunstâncias de risco, temos na Vila Renascença um forte processo de erosão das margens, o que já na década de oitenta provocou destruição de residências localizadas junto ao arroio.

A Vila Renascença foi classificada como sendo de risco iminente em face aos processos geomorfológicos evidenciados no local, pois nesta vila temos um baixo padrão urbano associado as características naturais propícias a desencadear circunstâncias de risco, além do registro de eventos/acidentes.

As Vilas Urlândia e Santos localizadas entre a foz da sanga da aldeia e a foz do Arroio Cancela, ambos afluentes da margem esquerda do Arroio Cadena ocorrem sérios eventos/acidentes de inundações/alagamentos.

A Sanga da Aldeia é o limite norte da Vila Urlândia, tendo suas nascentes hoje completamente descaracterizadas em função do processo de urbanização, pois estas estão inseridas no centro da cidade de Santa Maria, esta microbacia foi classificada com possuidora de um alto grau de intervenção sobre a drenagem, tendo a maior parte dos seus



canais canalizados de forma fechada em seu alto e médio curso, já no baixo curso desta, temos circunstâncias de risco associados às inundações/alagamentos caracterizados como sendo de grau moderado, embora há registros de eventos/acidentes, mas neste setor encontramos um médio padrão urbano inserido em área susceptível.

Nos trabalhos realizados na microbacia hidrográfica do Arroio Cancela, foi possível individualizar três setores para uma análise integrada dos processos de dinâmica superficial e os riscos geomorfológicos associados.

O primeiro setor corresponde as nascentes da microbacia, uma área predominantemente residencial, e que esta passando por um processo de incremento da sua área urbana, compreende o bairro Nossa senhora de Lourdes, uma área onde predomina o médio e alto padrão urbano.

O segundo setor aqui analisado corresponde a médio curso do arroio cancela, e o terceiro setor correspondendo ao baixo curso do arroio cancela, e que se estende entre este arroio até a sua confluência com o Arroio Cadena, onde estão inseridas as Vilas Urlândia e Santos.

Conforme entrevistas realizadas com moradores do bairro Nossa Senhora de Lourdes o processo de urbanização intensifica-se nesse bairro a partir da década de 90, pois até então segundo os moradores ainda encontrava-se preservada as nascentes do Arroio Cancela, pois estas ainda não estavam ocupadas, e pelo relato destes ainda encontrava-se mata ciliar nas nascentes.

Hoje o que evidenciamos foi a completa desordem na ocupação das nascentes, pois estas se encontram canalizadas de forma fechada na maior parte do seu traçado pelos empreendimentos imobiliários, como condomínios e parques residenciais.

No médio curso do arroio, junto a canal principal encontramos já uma ocupação que gradualmente diminui o padrão urbano da montante em direção a jusante do canal, sendo que em alguns lugares as moradias encontram-se distante da margem e possuem um padrão urbano alto, sendo que ainda pode-se constatar nos trabalhos de campo algumas áreas vazias próximo ao canal.

A partir do médio curso do arroio em direção a jusante as moradias já possuem um menor padrão construtivo e estão já localizadas próximo a curso principal, nestes locais o canal encontra-se bastante degradado e ocorre a acumulação de lixo junto ao leito. Os afluentes da margem direita encontram-se canalizados, pois nestes locais distante do curso principal o padrão construtivo é elevado.

Nestes lugares segundo relato dos moradores, acontecem eventos com periodicidade anual, pois associado a baixa declividade do terreno, inferior a 2%, a baixa profundidade do canal, e ao assoreamento da drenagem juntamente com o acúmulo de lixo junto as tubulações que fazem o escoamento das águas de vazante em baixo das principais vias, provocam barramentos localizados, gerando inundações nas moradias que margem o curso principal.

Estes estrangulamentos de seções do canal vem provocando processos de inundações/alagamentos. Neste setor que corresponde ao médio curso do arroio, onde em função da topografia suave ocorrem os depósitos aluviais de várzea sobre a Formação Santa Maria, Maciel Filho (1990), estes depósitos estão sendo incrementados pelo aumento da carga sedimentar jogado no canal, este fato fica evidente, pois em algumas moradias localizadas na margem esquerda do canal, vem acontecendo uma constatare acumulação de sedimentos.



Pode-se concluir que neste setor onde o relevo é suave, a interligação entre incorporação de novas áreas para uso residencial, ou com a finalidade comercial, aliado a intervenção do poder público no que se refere a infra-estrutura urbana, no caso da construção de rua e avenidas, estas quando seccionam um canal fluvial, e os projetos de engenharia não são devidamente dimensionados, acarretam ônus para a sociedade, neste caso inundações/alagamentos setorizados na bacia de drenagem, colocando a comunidade a iminência destes processos, sendo o risco mais elevado.

Desta forma nos bairros e vilas localizados entre a foz da Sanga da Aldeia e a do Arroio Cancela, respectivamente Urlândia e Santos, estas áreas são seguidamente afetadas pelos processos de inundações/alagamentos como também aos riscos associados a erosão das margens.

A Vila Urlândia surgiu de um loteamento particular realizado a partir do final da década de 50, sendo que nas décadas seguintes houve um incremento na população desta vila, ocupando áreas extremamente susceptíveis aos processos geomorfológicos, pois esta vila está inserida entre a foz da Sanga da Aldeia, seu limite norte, o Arroio Cancela, ao sul, e a oeste o Arroio Cadena.

Portanto esta localizada em uma área constituída por depósitos fluviais que formam a planície de inundação dos canais acima citados, sendo que a ocupação deveria ocorrer em lugares distantes da rede de drenagem, e com obras de microdrenagem adequadas ao escoamento fluvial, o que não aconteceu.

Ao norte da Vila Urlândia, junto à margem esquerda da Sanga da Aldeia, os processos erosivos das margens afetam diretamente em torno de dez moradias, estas estão na iminência de um acidente em função do forte processo erosivo desencadeado pelo fluxo do canal e que afeta a margem esquerda, pois na margem direita não existe ocupação.

Atualmente a Vila Urlândia é um dos locais que apresentam os maiores problemas em relação às inundações/alagamentos, pois durante a década de 90 com a modificação feitas no canal do Arroio Cadena que foi novamente deslocado para oeste, só que agora mais jusante, afastando-o da vila, modificações estas feita pela Prefeitura Municipal de Santa Maria, hoje, a ocupação urbana começa a avançar para a área do antigo leito, fato este que pode vir a agravar os problemas de risco nesta localidade.

Já na Vila Santos foi possível constatar a diversidade das intervenções realizadas nas margens pela população pobre que nelas habitam, pois as formas encontradas para proteger as margens da erosão são as mais variadas, são jogadas nestas: pedras soltas, pneus, e muito lixo, constituindo áreas de risco iminente a dinâmica fluvial.

As áreas da Vila Santos e Urlândia, onde a ocupação avançou até as margens, estas são caracterizados como sendo de iminente risco aos processos de erosão, e nos locais onde as declividades são inferiores a 2%, ou as ocupações sobre os depósitos fluviais, os riscos são elevados aos processos de inundações/alagamentos em face da densidade populacional de baixo poder aquisitivo que configura nestes lugares um baixo padrão urbano, pois nestas vilas historicamente são palcos de eventos/acidentes, produzindo desta forma áreas de risco geomorfológico alto a iminente.

Na Vila tropical encontramos outra localidade que enfrenta problemas de inundações/alagamentos, em 1996 várias residências junto a rua conceição Xavier apresentavam problemas de inundação, em função do transbordamento do arroio principal da micro-bacia genro filho, contribuinte da margem esquerda do arroio cadena.

Sendo que na época os moradores exigiam a canalização do arroio neste local, as obras foram realizadas, mas como se pode observar nos trabalhos de campo realizados,



apenas houve a troca de um problema por outro, as inundações foram eliminadas com a galeria setorizada construída pela prefeitura, só que agora o problema que afeta os moradores é o da erosão das margens. Em função do aumento da área impermeabilizada, e do aumento da vazão na saída as canalização. Nesta localidade temos risco alto aos processos geomorfológicos.

Na Vila Lorenzi, temos outra área com problemas de inundações/alagamentos, embora o canal que atravessa esta vila possua uma pequena largura e baixa profundidade, as inundações/alagamentos são provocadas pelo barramento causado pela instalação de tubos de concreto mal dimensionados, fazendo com que esta área possua risco iminente, pois o padrão urbano é muito baixo.

Um fato que merece ser destacado é que o Arroio Cadena não vem provocando danos apenas em sua área urbana, mas como foi constatado na pesquisa realizada junto aos arquivos do jornal A razão, há relatos dos agricultores que possuem propriedades próximos a foz do Arroio Cadena, já em 1986 o Arroio vem transbordando e inundando suas propriedades, estes abandonaram estas áreas em função da quantidade de sedimentos e lixo que ali se deposita, deixaram de plantar arroz a partir de 1988.

8. Conclusões e recomendações

As transformações provocadas pela sociedade no ambiente natural, assumiram proporções gigantescas com o advento do capitalismo industrial, é a partir deste marco na história que a população começa sua marcha em direção aos núcleos urbanos nascentes.

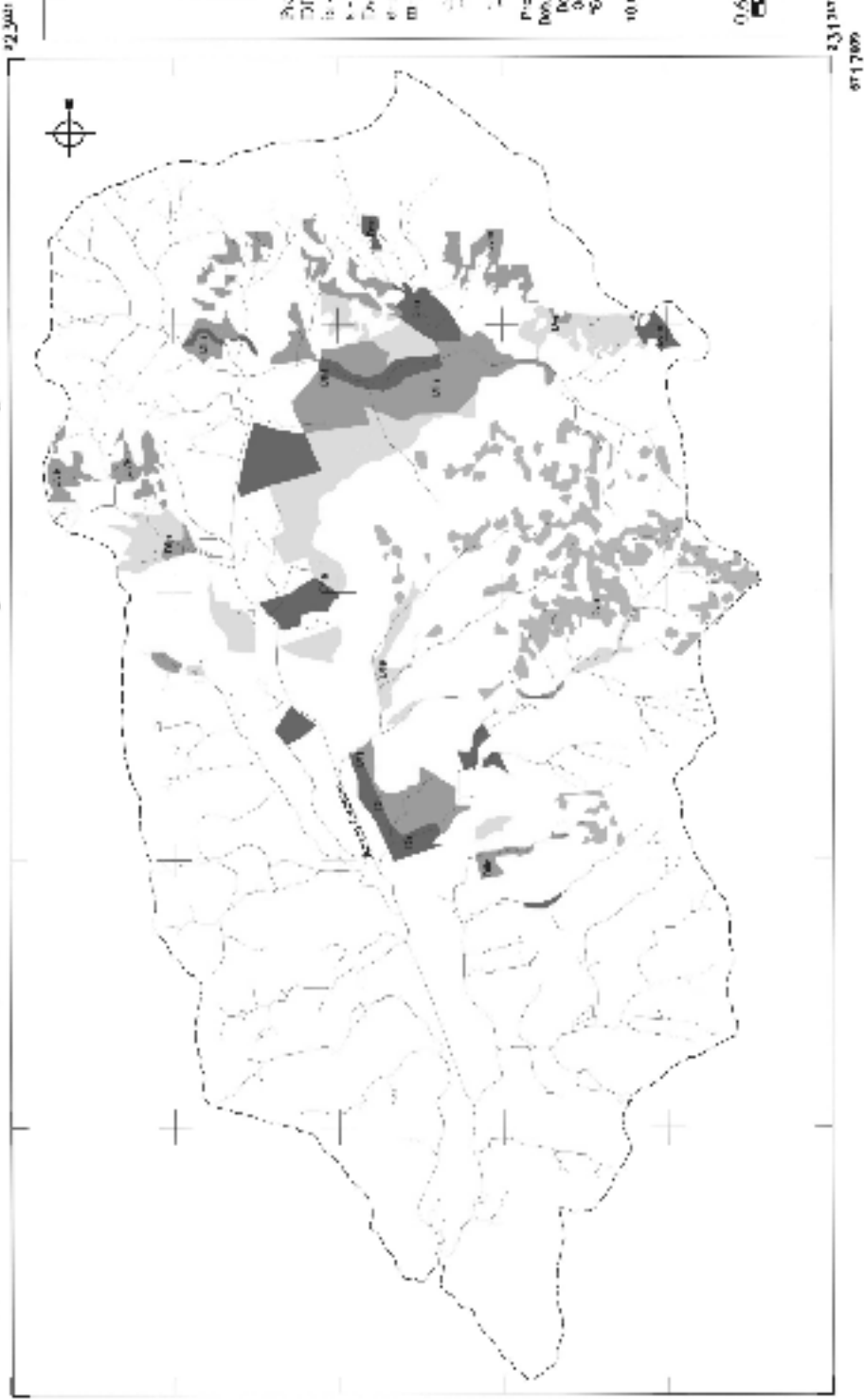
A interpretação dos processos geomorfológicos causadores de risco na Bacia do Arroio Cadena e seu zoneamento e hierarquização, são de fundamental importância para qualquer atividade de planejamento ambiental e urbano democrático e com a participação de todos os setores da sociedade e que contemple a cidade como um todo, sua constituição material e o substrato onde esta se desenvolveu, as características geológicas e principalmente do relevo.

Sendo os maiores problemas encontrados estão vinculados a dinâmica fluvial, fato que pode ser evidenciado pela distribuição espacial das áreas de risco na Sub bacia do Arroio Cadena, associadas a sua planície de inundação e de seus afluentes.

As áreas de risco a dinâmica das vertentes são na sua maior parte referentes aos processos erosivos, associadas a unidade de *landforms* representada pelas colinas junto ao rebordo, e sendo a maior parte do substrato da Bacia composta por arenitos médios a finos das formações sedimentares que recobrem a Bacia do Paraná, estes sedimentos são muito friáveis ao processo de transporte de massa.



Figura 01- Zonamento e Hierarquização das Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena





9. Bibliografia

- ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. In: **Geomorphology**. (2002) Capturado: www.elsevier.com/locate/geomorphology
- BARROS SARTORI, M. da G. **O Clima de Santa Maria: do regional ao urbano**. São Paulo: FFLCH - USP, Depto. de Geografia. Dissertação de Mestrado, 1979.
- GOTTDIENER, M. **A produção social do espaço urbano**. 2º ed. São Paulo: Edusp, 1997.
- MACIEL FILHO, C.L. **Carta Geotécnica de Santa Maria (1: 25.000)**. Santa Maria: UFSM, 1990.
- PARIZZI, M. G. *et al.* Caracterização Geológica-Geotécnica e Avaliação do Risco do Conjunto Taquaril, Belo Horizonte (MG). In: **Anais...10º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**, 25 a 28 de agosto de 2002 – Ouro Preto, MG.
- PINHEIRO, A. do C. **Levantamento e análise do processo de ocupação irregular do solo urbano nos últimos 30 anos (1970 – 2000)** em Santa Maria. Trabalho de Graduação A, UFSM.2002.
- ROBAINA, L. E. De S. **Análise Ambiental da região de influência do Rio dos Sinos, entre o Arroio Campo Bom e o canal João Corrêa, com ênfase a metais pesados**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS, 1999.
- ROBAINA, L. E. De S. *et al.* Unidades de Landforms na Bacia do Arroio Cadena, Santa Maria – RS. *Ciência & Natura*, v.24:139-152, 2002.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e Planejamento**. 6º ed. São Paulo: Contexto, 2001. (Repensando a Geografia)
- IBGE. **Cidades@**. Disponível em:<[http:// www.ibge.gov.br/cidades_Apresent.htm](http://www.ibge.gov.br/cidades_Apresent.htm)> Acesso em: 15 de outubro 2001.

